



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Educação Física

JOÃO PAULO CASTELETI DE SOUZA

**PERFIL DA FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA EM
ATLETAS DE RUGBY EM CADEIRA DE RODAS**

CAMPINAS

2016



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Educação Física

JOÃO PAULO CASTELETI DE SOUZA

**PERFIL DA FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA EM
ATLETAS DE RUGBY EM CADEIRA DE RODAS**

Dissertação apresentada a
Faculdade de Educação Física da
Universidade Estadual de
Campinas como parte dos
requisitos exigidos para obtenção
do título de Mestre em Educação
Física, na área de concentração
Atividade Física Adaptada.

Orientador: PROF. DR. JOSÉ IRINEU GORLA

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO
ALUNO JOÃO PAULO CASTELETI DE SOUZA E
ORIENTADA PELO PROF.DR. JOSÉ IRINEU GORLA

CAMPINAS

2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES, 01-P-03504/2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio dos Santos Augusto - CRB 8/4991

So89p

Souza, João Paulo Casteleti, 1985-
Perfil de força muscular isométrica em atletas de rugby em cadeira de rodas / João Paulo Casteleti de Souza. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Jose Irineu Gorla.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Educação Física.

1. Rugby em cadeira de rodas. 2. Contração isométrica. 3. Músculos-
Hipertrofia. I. Gorla, José Irineu. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Profile of isometric muscle strength in athletes of wheelchair rugby

Palavras-chave em inglês:

Wheelchair rugby

Isometric contraction

Muscle-Hipertrophy

Área de concentração: Atividade Física Adaptada

Titulação: Mestre em Educação Física

Banca examinadora:

José Irineu Gorla

Marco Carlos Uchida

Ricardo Antonio Tanhoffer

Data de defesa: 29-02-2016

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Irineu Gorla
Orientador

Prof. Dr. Marco Carlos Uchida
Membro Titular

Prof. Dr. Ricardo Antonio Tanhoffer
Membro Titular

A ATA DE DEFESA COM AS RESPECTIVAS ASSINATURAS DOS MEMBROS
ENCONTRA-SE NO PROCESSO DE VIDA ACADÊMICA DO ALUNO.

*Dedico este estudo a todos os atletas que
tive o prazer de conhecer. Pode ter
certeza que o aprendizado que tive com
vocês está implícito nesse trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares, que tem me dado apoio desde quando escolhi ser professor de Educação Física, principalmente agradeço meu pai Pedro, minha mãe Valquiria, minha tia Nice, minha tia Merinha, meu irmão Pedro e meu irmão Luiz.

Agradeço a minha namorada Kelly, principalmente por sempre me incentivar e aguentar “algumas vezes” (rsrs) meu nervosismo, impaciência, ansiedade, etc.

Em geral agradeço aos meus amigos de alguns lugares por onde passei (Santo André, Presidente Prudente, CPB (Comitê Paralímpico Brasileiro), FEF/UNICAMP (Faculdade de Educação física), Águias da cadeira de rodas, etc) por me incentivarem e ficarem felizes por cada conquista.

Agradeço a toda à galera do laboratório (Ricardo Sampaio, Aline Strapason, Jalusa, Gabriela Harnich, Bruna Bredariol, Choko, Diego Gamero, Fernando, Priscila, Mariana, Piculli, Cavalli, Cristiano Zago, etc), me desculpe se faltou alguém.

Em especial agradeço ao Pena, Mauro “Marião” e Carol por todo meu envolvimento na FEF (disciplinas, RCR, laboratório, moradia) e todo o envolvimento “extra quadra” também.

Agradeço ao professor Miguel por esses dois anos de convívio que fui PED, aos professores Marco Uchida, José Júlio Gavião de Almeida, Edison Duarte e João Paulo Borin por todos os conselhos, dicas e auxílios.

Agradeço ao professor José Irineu Gorla, por abrir as portas da Unicamp e dar a oportunidade de eu trabalhar com os meninos do RCR, que são espetaculares.

Agradeço a comissão técnica do RCR – ADEACAMP (Pena, Mauro, Renatinha, Thayna, Iná, Edilene, Marta) pelas conquistas e aprendizado.

E por fim, aos protagonistas: Atletas do Rugby em Cadeira de Rodas – ADEACAMP (2014/2015) (Jeff, Lucão, Kadu, Guizão, Gui Iglesias, Josué, Thiago, Gabs, Cavalli, Marcos, Rafa, Denis, Dema, Bruninho, Davi, Brunão, Luciano, Denilson, Japa, Sandrão, Mari).

SOUZA, João Paulo Casteleti. PERFIL DA FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA EM ATLETAS DE RUGBY EM CADEIRA DE RODAS. 2016. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

RESUMO

Introdução: Em 1977, na cidade de Winnipeg no Canadá, surge o Rugby em Cadeira de Rodas (RCR). Já no Brasil, a modalidade iniciou-se no ano de 2005 no Rio de Janeiro (RJ). A equipe brasileira com maior número de títulos nacionais (4 títulos) surge no ano de 2008 em Campinas-SP. Dessa forma, podemos verificar que a modalidade do RCR é recente, possibilitando diversos estudos na área. Com o intuito de aumentar a gama de conhecimento na modalidade o presente estudo teve o objetivo de analisar os níveis de força muscular em atletas de RCR. **Metodologia:** Este estudo caracteriza-se como pesquisa descritiva e apresenta um delineamento transversal. A amostra foi composta por 10 atletas (homens) com lesão da medula espinhal (LME) em nível cervical (tetraplegia) com média de idade de $31,1 \pm 5,06$ anos. Os atletas foram recrutados na equipe de Rugby em Cadeira de Rodas do Projeto de Atividade Motora e Esporte Adaptado da Universidade Estadual de Campinas (ADEACAMP/UNICAMP). Para analisar os níveis de força muscular isométrica, foi utilizado o Handheld Dynamometer (HHD; mTas F-1; ANIMA, Tokyo, Japão) e para avaliação da espessura muscular foi utilizado o Ultrassom da marca SonoSite® (HDI-3000, ATL, Bothell, Washington, EUA), utilizando 7,3 MHz da sonda linear-matriz. **Resultados:** Para força muscular isométrica máxima no movimento de Flexão do Ombro Direito (FOD) a média e desvio padrão, respectivamente foram 322.80 ± 119.89 (N), para Flexão de Ombro Esquerdo (FOE) foram 319.60 ± 127.58 (N), para Extensão do Ombro Direito (EOD) foram 129.80 ± 54.68 , para Extensão do Ombro Esquerdo (EOE) 139.30 ± 67.48 (N), para Flexão do Cotovelo Direito foram 189.20 ± 37.85 (N), para Flexão do Cotovelo Esquerdo (FCE) foram 192.30 ± 35.56 (N), para Extensão do Cotovelo Direito (ECD) foram 72.30 ± 72.79 (N) e para Extensão do Cotovelo Esquerdo (ECE) foram 69.40 ± 66.84 (N). Para espessura muscular os resultados também estão apresentados em média e desvio padrão, respectivamente, para os músculos Flexores do Cotovelo Direito (FCD) foram 3.68 ± 0.36 (cm), para os músculos Flexores do Cotovelo Esquerdo (FCE) foram 3.78 ± 0.36 (cm), para os músculos Extensores do Cotovelo Direito (ECD) foram 2.04 ± 0.57 (cm) e para os músculos Extensores do Cotovelo Esquerdo (ECE) foram 2.06 ± 0.58 (cm). **Conclusão:** Podemos concluir que quanto maior a classificação funcional maiores são os valores de força voluntária isométrica máxima e que a força isométrica tem correlação com o desempenho de atletas de rugby em cadeira de rodas.

Palavras-chave: Rugby em cadeira de rodas; Força muscular isométrica; Espessura muscular.

SOUZA, João Paulo Casteleti. PROFILE OF ISOMETRIC MUSCLE STRENGTH IN ATHLETES OF WHEELCHAIR RUGBY. 2016. Dissertation (Master's degree in Physical Education) - School of Physical Education. Campinas State University, Campinas, 2016.

ABSTRACT

Introduction: In 1977, in the city of Winnipeg in Canada, Wheelchair Rugby was created (WR). In Brazil, the sport began in 2005 in Rio de Janeiro (RJ). The Brazilian team with the most national titles (4 titles) appears in 2008, in Campinas-SP. In this way, we can see that the mode of WR is recent, allowing several studies in this area. In order to increase the range of knowledge in this sport, the current study aimed to analyze the muscular strength levels in WR athletes. **Methods:** This is characterized as descriptive research and presents a cross-sectional design. The sample consisted of 10 athletes with spinal cord injury at cervical level (tetraplegic), male and mean age was 31.1 ± 5.06 years. The athletes were recruited by Rugby team in the Motor Activity Project Wheelchair and Sport Adapted from the State University of Campinas (ADEACAMP / UNICAMP). To analyze the muscular strength levels, we used the Handheld Dynamometer (HHD; MTAs F-1; ANIMA, Tokyo, Japan) and for evaluation of muscle thickness was used Ultrasound (US) of SonoSite® (HDI 3000, ATL, Bothell, Washington, USA) using 7.3 MHz linear-array probe. **Results:** For maximum isometric muscle strength in Right Shoulder Flexion (RSF) the mean and standard deviation, respectively were 322.80 ± 119.89 (N) to Left Shoulder Flexion (LSF) were 319.60 ± 127.58 (N) for Right Shoulder Extension (RSE) were 129.80 ± 54.68 for Left Shoulder Extension (LSE) 139.30 ± 67.48 (N), to Right Elbow Flexion (REF) were 189.20 ± 37.85 (N), to Left Elbow flexion (LEF) were 192.30 ± 35.56 (N) to Right Elbow Extension (REE) were 72.30 ± 72.79 (N) and Left Elbow Extension (LEE) were 69.40 ± 66.84 (N). For muscle thickness results will also be presented as mean and standard deviation, respectively, for the Right Elbow Flexion (REF) were 3.68 ± 0.36 (cm), for the Left Elbow Flexion (LEF) were 3.78 ± 0.36 (cm) for Right Elbow Extension (REE) were 2.04 ± 0.57 (cm) and Left Elbow Extension (LEE) were 2.06 ± 0.58 (cm). **Conclusion:** This study show that such assessments are important for the coaching staff and athletes of WR, given that the major players of the ADEACAMP team are those who presented better results of maximal isometric force, so, muscle strength variable is linked to performance in WR.

Keywords: Wheelchair rugby, Isometric muscle strength and Muscle thickness.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRC – Associação Brasileira de Rugby em Cadeira de rodas

ADEACAMP – Associação de Esportes Adaptados de Campinas

ADM – Ampitude de Movimento

C – Cervical

CIF – Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde

cm – Centímetros

CVIM – Contração Voluntária Isométrica Máxima

CPB – Comitê Paralímpico Brasileiro

DP – Desvio Padrão

ECD – Extensão Cotovelo Direito

ECE – Extensão Cotovelo Esquerdo

EOD – Extensão Ombro Direito

EOE – Extensão Ombro Esquerdo

FCD – Flexão Cotovelo Direito

FCE – Flexão Cotovelo Esquerdo

FOD – Flexão Ombro Direito

FOE – Flexão Ombro Esquerdo

G – Coeficiente De Generabilidade

HHD – Handheld Dynamometry

IPC – International Paralympic Committee

IWRF – International Wheelchair Rugby Federation

Kg – Quilo Gramas

lbf – Libra-Força

LEE – Left Elbow Extension

LEF – Left Elbow Flexion

LME – Lesão Da Medula Espinhal

LSE – Left Shoulder Extension

LSF – Left Sholder Flexion

m – Metros

MMT – Manual Muscle Test

N – Newton

PT – Pico de Torque

r – Coeficiente de Correlação

RCR – Rugby em Cadeira de Rodas

REE – Righth Elbow Extension

REF – Righth Elbow Flexion

RNM – Ressonância Nuclear Magnética

RSE – Righth Shoulder Extension

RSF – Righth Sholder Flexion

s – Segundos

TC-Tomografia Computadorizada

UNICAMP – Universidade Estadual De Campinas

US – Ultrassonografia

WR – Wheelchair Rugby

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
2. Objetivo Geral	13
2.1. Objetivos Específicos	13
3. Revisão Bibliográfica	14
3.1. Lesão Da Medula Espinhal	14
3.2. Rugby Em Cadeira De Rodas	15
3.3. Hand-Held Dynamometry	26
3.4. Espessura Muscular	28
4. Metodologia.....	30
4.1. Caracterização Do Estudo.....	30
4.2. Aspectos Éticos Do Estudo	30
4.3. Critérios De Inclusão	30
4.4. População E Amostra	30
4.5. Teste De Força Muscular Isométrica Máxima	31
4.6. Protocolo De Análise Morfológica.....	35
5. Análise Estatística	37
6. Resultados	38
7. Discussão	46
8. Conclusões.....	50
9. Referências Bibliográficas	51
Anexo I- Termo De Consentimento Livre E Esclarecido.....	56

1. INTRODUÇÃO

É sabido que a prática de atividade física se reflete na melhoria da saúde. O treinamento resistido pode ser praticado por qualquer pessoa, atleta ou não atleta, buscando o tipo de força mais adequado para especificidade que sua modalidade exige, para melhora na saúde, para estética corporal ou por qualquer objetivo específico.

Com a deficiência física, os indivíduos tendem a ter um estilo de vida mais sedentário e, como consequência, ficam mais suscetíveis a doenças secundárias decorrentes do sedentarismo (NASH, 2005). Em contrapartida, a atividade física regular é uma estratégia de prevenção para essas doenças, pois há uma melhora na composição corporal com redução da gordura corporal e aumento da massa magra (KEMI; WISLOFF, 2010).

As principais complicações apresentadas por atletas com lesão da medula espinhal (LME) são: níveis de força reduzida devido à menor massa muscular ativa e déficit na capacidade de recrutamento das unidades motoras; atrofia muscular em decorrência de menor quantidade de proteínas contráteis; disfunções respiratórias, circulatórias e térmicas; diminuição da condução dos impulsos elétricos em decorrência dos estímulos motores e sensitivos; desequilíbrio entre as atuações do sistema nervoso simpático e parassimpático (VALENT et al., 2007; FURMANIUK et al., 2010). O treinamento de força através de processos adaptativos neuromusculares pode proporcionar acréscimo de força e/ou resistência muscular (BORRESEM; LAMBERT, 2009).

Segundo Minozzo et al. (2008), a periodização do treinamento de força tem ganhado importância devido a melhora apresentada em desempenhos esportivos e também melhora na realização de atividades cotidianas, assim sendo utilizado como promoção de saúde e bem estar. Entende-se que o treinamento resistido poderá trazer benefícios para as pessoas que adquiriram algum tipo de deficiência física e estão buscando melhora na realização de suas atividades diárias e consequentemente benefícios relacionados à saúde.

Podemos observar alguns estudos pela revisão sistemática realizada por Flores et al. (2013), referente a adaptações cardiovasculares e potência aeróbia em pessoas com LME, porém não temos valores de referência sobre os aspectos e adaptações neuromusculares para essa população no que diz respeito ao treinamento de força.

Neste estudo, o foco será nas pessoas com deficiência física, mais especificamente, em pessoas com lesão medular cervical, tendo como objetivo, analisar os níveis de força muscular isométrica em pessoas com tetraplegia praticantes de Rugby em Cadeira de Rodas (RCR).

2. OBJETIVO GERAL

Analisar os níveis de força muscular isométrica de atletas de Rugby em Cadeira de Rodas.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para cumprir o objetivo geral deste estudo, os seguintes objetivos específicos serão executados:

- Analisar os níveis de força muscular isométrica nos movimentos de flexão e extensão de ombro e flexão e extensão do cotovelo de acordo com a classificação funcional;
- Analisar a espessura muscular dos músculos flexores e extensores do cotovelo de acordo com a classificação funcional;
- Correlacionar os níveis de força isométrica entre as posições de defesa e ataque;
- Correlacionar os níveis de força isométrica entre o membro dominante e não dominante;
- Correlacionar os níveis de força isométrica entre os músculos agonistas e antagonistas; e
- Correlacionar os níveis de força e espessura muscular entre os jogadores titulares e reservas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. LESÃO DA MEDULA ESPINHAL (LME)

A Organização Mundial da Saúde (2003), por meio da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), define deficiência como “problemas nas funções ou nas estruturas do corpo, como um desvio significativo ou uma perda”.

A LME pode ocorrer devido a alguma doença congênita, degenerativa, trauma, infecção, isquemia, compressão por hematoma ou tumor, entre outros, comprometendo a transmissão dos impulsos nervosos, que por sua vez pode gerar alterações na sensibilidade e controle motor voluntário e involuntário, onde, quanto mais cranial a lesão, mais graves são as sequelas (MACHADO, 1986; TARICCO, 2001).

Como diversos autores (GUTTMANN, 1973; MACHADO, 1986; ASIA, 1997; TARICO, 2001; GREVE et al., 2001; ACKERY et al., 2004; KRASSIOUKOV et al., 2009; CRISTANTE, 2007; CASALIS, 2007), descrevem com propriedade sobre a LME, iremos explicar um pouco os aspectos neuromusculares na LME, que é o foco do estudo.

As alterações fisiológicas e neuromusculares da LME juntamente com a inatividade física está relacionada a perda da funcionalidade e das capacidades biomotoras de resistência, força e potência, a magnitude por sua vez está relacionada ao nível da lesão. (NASH, 2005; PELLETIER; HICKS, 2011).

As fibras musculares tipo I, abaixo do nível da lesão se transformam em tipo IIb, passando a ter características de maior trabalho anaeróbio, e esse processo se inicia entre 4-7 meses após a lesão (BIERNING-SØRENSEN et al., 2009).

Segundo Pelletier e Hicks (2011), a proporção do número de fibras musculares abaixo do nível da lesão é menor do que nos músculos com inervação preservada acima do nível da lesão. Assim sendo, possuem menor quantidade de proteínas contráteis e menores níveis máximos de força de contração (BIERNING – SØRENSEN et. al., 2009). Devido as alterações morfológicas, a musculatura abaixo do nível da lesão ainda pode sofrer de hipertonía, hipotonia ou atonia, dependendo do nível ou tipo de LME. (NASH, 2005; PELLETIER e HICKS, 2011).

Por sua vez Schantz et al. (1997), afirma que há a tendência de um aumento da proporção de fibras tipo I e da atividade oxidativa nos grupos musculares ativos, ou seja, na

musculatura acima do nível da LME, em pessoas com tetraplegia quando comparadas à sedentários sem deficiência física.

Dessa forma podemos dizer que acima do nível da lesão há a tendência da mudança do tipo de fibra muscular predominante para fibras do tipo I que tem características aeróbias, devido aos esforços relativos às atividades de vida diária e que abaixo do nível da lesão, a atrofia muscular ocorre em maior incidência, principalmente em casos de lesões completas (PELLETIER e HICKS, 2011).

3.2. RUGBY EM CADEIRA DE RODAS

Um grupo de pessoas com tetraplegia buscava um novo esporte além do basquete em cadeira de rodas, e devido ao comprometimento motor poucas eram as possibilidades nessa modalidade. Assim sendo, no ano de 1977 o *Murderball* surge na cidade de Winnipeg, Canadá. Com o passar dos anos o nome da modalidade que remetia a violência é alterado para *Wheelchair Rugby* ou *Quadrugby* (IWRF, 2011). No Brasil, a modalidade surge com o nome de Rugby em Cadeira de Rodas (RCR) no ano de 2005 na cidade do Rio de Janeiro (SANT'ANNA, 2009).

Além das pessoas com tetraplegia, pessoas com quadros equivalentes a tetraplegia também podem ser elegíveis para a prática competitiva da modalidade do RCR. Segundo o manual de classificação funcional da IWRF (2011) as pessoas com paraplegia de alto nível com o plexo braquial lesado; Síndrome de Guillian-Barré; sequelas de Poliomielite que tenham causado comprometimento nos quatro membros; amputados de membros por completo (extremidade proximal dos membros); paralisia cerebral que cause comprometimento nos quatro membros, entre outras, são consideradas tetra-equivalentes. Com o objetivo de equilibrar os diferentes graus de comprometimento motor, os atletas do RCR são classificados em sete classes esportivas: 0,5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0 e 3.5 (IWRF, 2011).

A ultima alteração da regra foi realizada após as Paralímpiadas de Pequim, 2008 (IWRF, 2015) e o sistema de classificação funcional também está em constante evolução (IWRF, 2011). Resumidamente, podemos dizer que um jogo de RCR é composto por 2 equipes de 4 atletas titulares e no máximo 8 reservas, sendo que a soma coletiva dos jogadores em quadra de cada equipe não pode ultrapassar 8 pontos, de acordo com o sistema de classificação funcional da IWRF. Cada partida é composta por 4 períodos de 8 minutos

cada, sendo que há um intervalo de 2 minutos entre o 1º e o 2º período e entre o 3º e o 4º período, e um intervalo de 5 minutos entre o 2º e o 3º período. O local de disputa é em uma quadra com as mesmas medidas que uma quadra de basquete convencional, tendo 28 metros de comprimento por 15 de largura (Fig. 01). O objetivo do jogo é fazer o maior número de gols durante o período da partida onde cada equipe deve tentar conduzir a bola e passar pela linha de gol adversária em posse da mesma para a realização do gol (ponto), ao mesmo tempo que deve evitar que a outra equipe roube a posse de bola e faça gols na linha de gol que está defendendo.

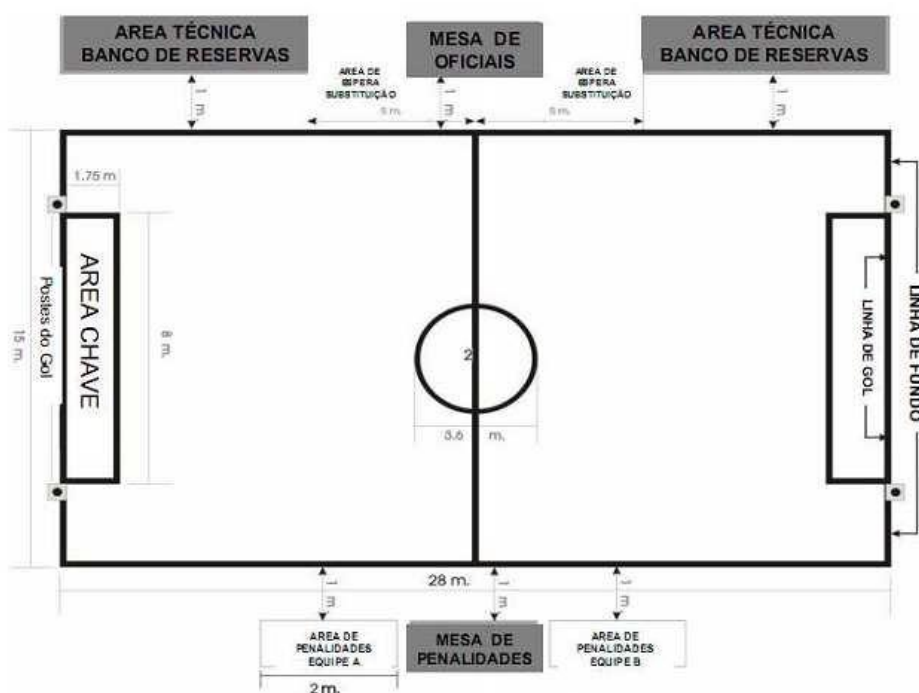


Figura 1 - Quadra oficial do Rugby em Cadeira de Rodas

Extraído de ABRC: <http://www.rugbiabrc.org.br/downloads/CAMPORUGBY.pdf>

Cada atleta tem uma especificidade e devido a sua funcionalidade ele e seu professor/técnico podem optar por sua atuação em uma cadeira de defesa (Fig. 02) ou de ataque (Fig. 03). Geralmente os atletas com menos funcionalidade (0.5; 1.0 e 1.5) utilizam a cadeira de defesa e tem uma maior função de bloqueador. Em contrapartida, os atletas com maior funcionalidade (2.0; 2.5; 3.0 e 3.5) utilizam a cadeira de ataque, com a principal função de carregar a bola e pontuar.



Figura 2: Cadeira de Defesa do Rugby em Cadeira de Rodas
Extraído de <http://www.rugbychairs.com/>



Figura 3: Cadeira de Ataque do Rugby em Cadeira de Rodas
Extraído de <http://www.rugbychairs.com/>

O propósito da classificação funcional é buscar o máximo de igualdade entre atletas no desempenho esportivo (IPC, 2007). Dessa forma, seu intuito é promover a participação de pessoas com deficiências, minimizando o impacto do comprometimento no resultado da competição (TWEEDY e WALANDEWIJCK, 2011).

A classificação funcional é um processo contínuo pelo qual todos os atletas são submetidos à observação regular dos classificadores para assegurar a coerência e imparcialidade para todos os atletas.

A classificação funcional tem dois importantes objetivos. O primeiro é determinar a elegibilidade para competir e o segundo agrupar os atletas na classe funcional esportiva para a competição.

Cada esporte deve determinar quais tipos de deficiências são elegíveis para seus respectivos esportes e descrever como esta deficiência causa limitação na atividade fundamental do esporte (IPC, 2007).

O teste de força muscular é um importante componente da avaliação física utilizado na classificação funcional. Os músculos são graduados em uma escala ordinal de zero a cinco pontos usados no teste de força muscular, com evidência estabelecida para suportar a validade e fidedignidade destes testes (HISLOP e MONTGOMERY, 2002). A escala de zero a cinco pontos é definida como:

- 0 - Ausência completa de contração muscular voluntária. O examinador é incapaz de sentir ou ver qualquer contração muscular.
- 1 - Esboço de contração muscular, sem qualquer movimento do membro. O examinador pode ver ou palpar alguma atividade contrátil do músculo ou pode ser capaz de ver ou sentir quando o tendão salta ou tenciona ao atleta tentar executar o movimento.
- 2 - Contração muscular muito fraca com movimento durante a amplitude de movimento em uma posição que elimina ou minimiza a força da gravidade. Esta posição é muitas vezes descrita como movimento no plano horizontal.
- 3 - O músculo pode ter amplitude de movimento completa contra a resistência da gravidade.
- 4 - Capaz de ter amplitude de movimento completa contra a gravidade e pode tolerar uma forte resistência, sem modificar a posição do teste. No grau 4 claramente o atleta não consegue manter o posicionamento com a aplicação da resistência máxima.
- 5 - Amplitude de movimento completa além de manter a posição do teste contra a resistência máxima. O examinador não consegue vencer a resistência do atleta.

Os símbolos mais (+) e menos (-) podem ser utilizados onde a força do músculo fica entre graus numéricos definidos. Esses critérios são definidos de acordo com o teste de força muscular (HISLOP e MONTGOMERY, 2002). Os graus 0 e 1 representam a ausência

ou mínima atividade de contração muscular, então mais (+) e menos (-) graus não poderão ser utilizados.

Devido à importância da sustentação da força do tríceps em atividades do rugby em cadeira de rodas, bem como nas atividades com a cadeira de rodas, foi feita uma modificação do teste para o músculo tríceps braquial para adicionar um componente de resistência muscular ao teste. A escolha do grau muscular para o tríceps braquial é baseada no seguinte teste (IWRF, 2011):

- 3- = 5 a 10 repetições
- 3 = 10 repetições
- 3+ = 10 repetições com mínima resistência
- 4- = 10 repetições com resistência moderada
- 4 = depois de 10 repetições, resistência moderada durante toda a

amplitude de movimento ativo.

Abaixo segue o resumo das classes esportivas do RCR não incluindo todas as possíveis características específicas de análise (IWRF, 2011):

Classe 0.5

Para os atletas serem alocados na classe 0.5 eles devem ter os seguintes resultados no teste de força muscular (IWRF, 2011):

- Deltóide 0-5;
- Grande Dorsal 0-1;
- Peitoral maior (fibras superiores) 0-5;
- Peitoral maior (fibras inferiores) 0-1;
- Bíceps 0-5;
- Tríceps 0-1;
- Extensores de punho 0-5;
- Flexores de punho 0-1; e
- Músculos remanescentes da mão 0.

As tarefas que um atleta desempenha, mas não estão limitados a:

- Demonstra constante instabilidade proximal do ombro;

- Postura sentada inclui postura sentada sacral, cifose e/ou senta baixo na cadeira de rodas;
- O músculo bíceps braquial não faz antagonismo na propulsão com a abdução do braço e rotação interna do ombro;
- Cabeça para frente quando empurra a cadeira.
- Frequentemente utiliza antebraços para girar e parar;
- Flexiona o tronco para frente e usa os antebraços para pressionar a roda para desacelerar/parar;
- Utiliza a parte de trás da roda (1 /4) para sair, parar e girar;
- Relativamente lento na transição/recuperação de uma função;
- Percorre pequena distância/volume na quadra;
- Passe de Voleibol e/ou carregado: não faz passe de peito;
- Recebe passes direto no colo e/ou com alcance limitado;

Classe 1.0

Para os atletas serem alocados na classe 1.0 eles devem ter os seguintes resultados no teste de força muscular (IWRF, 2011):

- Grande Dorsal 0-3;
- Peitoral maior (fibras superiores) 5;
- Peitoral maior (fibras inferiores) 2-3;
- Bíceps 5;
- Tríceps 0-3;
- Extensores de punho 0-5;
- Flexores de punho 0-3;e
- Músculos remanescentes da mão 0-1.

As tarefas que um atleta executa incluem, mas não estão limitados a:

- Tem força de ombro mais equilibrada, então os braços são menos abduzidos durante o impulso que o atleta de classe 0.5;
- Típico papel em quadra de defesa/bloqueio;

- Pode ser o repositor de bola, mas não o principal manipulador de bola,
- Pode empurrar com o músculo tríceps braquial (visível extensão do cotovelo no final do impulso da cadeira) e/ou sem oposição do bíceps com maior contato na roda;
- Pode apresentar cabeça levemente para frente durante o impulso, especificamente visível nas saídas;
- Contato mais longo na propulsão da roda, pode ter alguma habilidade para reverter o impulso para trás da roda;
- Pode variar as direções para iniciar, parar e girar o toque de cadeira – incluindo tocar a cadeira para trás;
- Pode usar extensores de punho como gancho na parte de baixo do aro;
- Pega com antebraço ou punho;
- Possui um passe de peito fraco ou passe de antebraço;

Classe 1.5

Para os atletas serem alocados na classe 1.5 eles devem ter os seguintes resultados no teste de força muscular (IWRF, 2011):

- Tríceps 3+ - 4-;
- Extensores de punho 4-5;e
- Flexores de punho 0-3.

As tarefas do atleta com função de braço simétricas que um atleta realiza incluem, mas não estão limitados a:

- Típico papel em quadra: excelente bloqueador e pode também manipular a bola ocasionalmente;
- Cabeça levemente para frente ao iniciar o toque de cadeira, mas não durante todas as propulsões;
- O aumento da força/estabilidade do ombro permite mais eficiência na saída explosiva, mas ainda limitada devido à fraqueza do tríceps,

- Tipicamente, o passe de peito não é totalmente reto, mas com algum arco.
- O aumento da força e estabilidade do ombro permite alguma distância e consistência para o passe de peito.
- Passe de peito mais eficaz do que no atleta 1.0, devido à força maior do músculo tríceps braquial e ombro;
- Tipicamente tem desequilíbrio do punho, o que faz com que tenha um domínio limitado da bola.

As tarefas que um atleta faz com função assimétrica de braço incluem, mas não estão limitados à:

- Função de braço ou mão assimétrica perceptível nas habilidades com cadeira e com a bola;
- Propulsão assimétrica pode acontecer a compensação do membro mais forte para com o lado mais fraco;
- Giro para o lado mais fraco, com mais habilidade, força e velocidade que para o lado mais forte;
- Pode usar o lado forte mais efetivamente quando prendido, e
- Habilidades de manipulação de bola unilateral - por exemplo, uma das mãos mais utilizada para estabilizar, enquanto o outro lado é usado para passar a bola.

Classe 2.0

Para os atletas serem alocados na classe 2.0 eles devem ter os seguintes resultados no teste de força muscular (IWRF, 2011):

- Músculo da cintura escapular 5;
- Bíceps 5;
- Tríceps 4-5;
- Extensores de punho 4-5;
- Flexores de punho 4-5;
- Flexores e extensores dos dedos 0-2;
- Adutores e abdutores 0-2;
- Movimentos do polegar 0-2.

As tarefas que os atletas executam incluem, mas não estão limitados a:

- Boa força e estabilidade de ombro, permitindo uma propulsão mais eficiente;
- Equilíbrio/flexão e extensão funcional do punho, limitado a não função do dedo polegar;
- Tem papel maior em quadra, como manipulador de bola;
- Paradas, saídas e giros rápidos.
- Pega a bola com a flexão do punho, com punho neutro ou posição flexionada;
- Flexão de punho funcional, resultando no aumento da distância do passe em relação ao atleta sem flexão de punho;
- Passe com uma das mãos ineficaz e leva tempo para se estabelecer com o uso da outra mão, passe com uma mão somente é eficaz quando não estiver sendo pressionado.
- Limitações no domínio da bola devido à falta de função do polegar, mas pode segurar com firmeza a bola com as palmas das mãos, utilizando a flexão de punho;
- Passe de peito eficiente com controle e consistência; na distância máxima o passe fica tipicamente reto.
- Dribla com a mão-aberta e plana e carrega bilateralmente devido à função ativa de punho;
- Carrega a bola nas pernas quando a pega, e;
- Controle e distância no passe sobre a cabeça, mas é limitado devido à falta de função do dedo polegar.

Classe 2.5

Para os atletas serem alocados na classe 2.5 eles devem ter os seguintes resultados no teste de força muscular (IWRF, 2011):

- Músculo da cintura escapular 5;
- Bíceps 5;
- Tríceps 5;
- Extensores e flexores do punho 5;

- Flexores e extensores dos dedos 2-4;
- Adutores e abdutores dos dedos 0-2;
- Adução, flexão e extensão do polegar 0-4;e
- Abdução e oponência do polegar 0-2.

As tarefas que o atleta com função simétrica do braço realiza incluem, mas não estão limitados a:

- Papel típico na quadra: manipulador da bola e atacante rápido;
- Por causa da excelente força e estabilidade de ombro é observada boa velocidade em quadra;
- Pode ter algum controle do tronco, proporcionando maior estabilidade na cadeira;
- Flexão dos dedos usada para se segurar em torno da cadeira realizando manobras de frear a cadeira.
- Devido à força de flexão do dedo polegar é capaz de realizar passe com uma das mãos e o passe acima da cabeça leva algum tempo para executar, normalmente com a ajuda da outra mão; precisão e distância limitada por causa do desequilíbrio na força dos dedos;
- Tem segurança ao pegar a bola com as duas mãos, geralmente carrega a bola nas pernas. Pode fazer o passe com uma mão e carregar para o colo ou peito, e
- Melhor domínio da bola comparado com o atleta com mão 2.0 por causa da melhor capacidade de isolar a função punho/dedo.
- Geralmente apresenta facilidade em jogadas aéreas.

As tarefas que o atleta com a função de braço assimétrico realiza incluem, mas não estão limitados a:

- Função assimétrica de braço ou mão, perceptível nas habilidades com cadeira e bola;
- Impulso assimétrico pode compensar empurrando para o lado mais forte.

- Gira na direção do lado fraco com mais habilidade, força e velocidade, do que em direção do lado forte.
- Pode usar o lado forte mais efetivamente quando prendendo, e
- Tem habilidade de manipular a bola com uma mão.

Classe 3.0

Para os atletas serem alocados na classe 2.5 eles devem ter os seguintes resultados no teste de força muscular (IWRF, 2011):

- Músculo da cintura escapular 5;
- Bíceps 5;
- Tríceps 5;
- Extensores e flexores do punho 5;
- Flexores e extensores dos dedos 3-5;
- Adutores e abdutores dos dedos 0-4;
- Flexores, extensores e adutores do polegar 3-4;e
- Abdução e oponência do polegar 3-4.

As tarefas que um atleta realiza incluem, mas não estão limitados a:

- Força de ombro, cotovelo e punho normal; flexão e extensão de dedos com fraqueza na flexão da articulação metacarpo falangianas e/ou oponência e abdução do polegar.
- O papel em quadra é de um bom manipulador de bola e um pontuador rápido;
- Habilidade de agarrar o aro da roda pode aumentar o controle e velocidade durante a propulsão, especialmente nas paradas, no início e giros;
- Utiliza os flexores de punho/dedos permitindo o estabelecimento rápido do passe com a mão, geralmente usa uma só mão sem usar a outra para apoiar, principalmente se usar a mão dominante para passar;
- Utiliza os flexores de punho/dedos para passar com uma das mãos e pegar a bola;

- Utiliza a função do dedo e/ou polegar para estabilizar com o braço oposto para permitir um maior alcance se o atleta não tem função de tronco;
- Controle nos vários dribles com uma mão;
- Flexo-extensão do dedo funcional, e função parcial do polegar, permitindo o controle da bola em vários planos;
- A flexão e extensão dos dedos funcionais proporcionam a capacidade de agarrar e soltar o aro da cadeira, independentemente da posição do punho;
- Forte domínio da bola com força em todas as posições, incluindo acima da cabeça ambos com uma ou duas mãos.

Classe 3.5

As tarefas que um atleta realiza incluem, mas não estão limitados a:

- Melhor pontuador e condutor de bola;
- Função de braço ou mão assimétrico perceptível nas habilidades com a cadeira e manipulação da bola.

3.3. HAND-HELD DYNAMOMETRY

O equipamento *hand-held dynamometer* (HHD) avalia a força muscular isométrica máxima e tem algumas vantagens sobre outros tipos de dinamômetros, incluindo menor custo, maior facilidade de uso e melhor aceitabilidade em ambientes clínicos. Pesquisadores e clínicos estão avaliando os benefícios do HHD para a medição de força em pessoas com LME. Se o dispositivo é utilizado para mensuração de força muscular ele deve ser confiável, portátil, sensível à mudança e fácil de usar (BURNS et al., 2005). A portabilidade deste equipamento permite que vários músculos sejam testados em um espaço curto de tempo e permite que um teste laboratorial no Dinamômetro Isocinético seja realizado em outros locais não laboratoriais. Por ter um menor custo financeiro os HHDs são mais acessíveis que os dinamômetros isocinéticos.

Mesmo com estudos demonstrando a confiabilidade do equipamento, as preocupações têm sido levantadas sobre como estabilizar o dinamômetro e o voluntário

durante o teste. Segundo Herbison et al. (1996) para detecção de alterações nos níveis de força muscular de suave à moderada o HHD é mais confiável que o Manual Muscle Test (MMT). Porém, existem algumas desvantagens no HHD: o equipamento só é capaz de mensurar a força muscular em apenas um ponto da amplitude de movimento articular (ADM) por vez, caso o avaliador esteja segurando a célula de carga e o voluntário exerça uma força superior, o avaliador inconscientemente pode exercer força contrária durante o teste.

Dessa forma, ao utilizar o equipamento HHD o avaliador deve ser capaz de fornecer uma adequada estabilização entre avaliador, avaliado e equipamento. A força do avaliador deve ser maior do que a força do grupo muscular do avaliado ou o equipamento deve ser fixado por uma faixa não elástica presa em um ponto fixo. Embora algumas pessoas com lesão da medula espinhal tenham algumas musculaturas fracas e outras fortes Kilmer et al. (1997) sugere que o avaliador seja uma pessoa hígida, devido ao procedimento do teste ser mais variável para os músculos fortes caso o avaliador seja incapaz de oferecer resistência e estabilização adequada.

É mais fácil aplicar estabilidade e resistência em pessoas sedentárias com lesão da medula espinhal do que realizar os testes em atletas de alto nível. A maioria dos testes feitos em pessoas com lesão da medula espinhal são realizados com o avaliado na posição sentada e o examinador pode posicionar-se para fornecer a resistência ou fixar o HHD de forma adequada. O teste de força muscular com o HHD também pode ser executado em várias posições de ADM, caso seja necessário para melhor aplicação funcional do movimento. No entanto, a preocupação que tem que ser observada é se o posicionamento pode ser facilmente repetido e padronizado por todos os avaliados. Ao utilizar o equipamento HHD para o teste de força muscular isométrica máxima, o avaliador deve determinar o ponto do teste na ADM baseado nas capacidades funcionais de todos os voluntários avaliados. Por exemplo, ao se executar um teste de força em pessoas com lesão da medula espinhal em nível cervical, os posicionamentos funcionais mais adequados para os movimentos flexão e extensão do cotovelo são com o ombro abaixo de 90° de flexão devido à falta de equilíbrio e estabilização do troco.

Acima de tudo, as posições de ADM identificadas para realização dos testes de força muscular devem ser padronizadas para todos os voluntários avaliados e a mesma posição deve ser utilizada durante todas as avaliações durante a pesquisa. Caso contrário, comparações de mudança na força muscular podem resultar em falsas interpretações (SISTO, 2007).

3.4. ESPESSURA MUSCULAR

Para a análise da espessura muscular um método que tem se mostrado válido é a ultrassonografia (ESFORMES et al., 2002). Entre os demais métodos indiretos para medida do tecido muscular por imagem (ressonância nuclear magnética – RNM e tomografia computadorizada – TC), a US não expõem o voluntário à radiação, o que acontece no caso da TC e apresenta um custo mais baixo que a RNM.

Segundo Gomes et al. (2010) a Ultrassonografia (US) pode ser utilizada para monitorar as modificações na massa muscular decorrentes dos efeitos de programas de dieta e/ou exercícios voltados à promoção da saúde ou à reabilitação osteomioarticular.

No entanto, diversas variáveis podem influenciar na confiabilidade da medida e por isso é importante a atenção para a resolução do equipamento, a identificação e precisão dos pontos de aferição, a experiência do ultrassonografista e do profissional que irá fazer a análise da imagem o qual pode interferir diretamente nos resultados da avaliação, assim como, a verificação do tempo de descanso desde a última sessão de exercícios, o relaxamento adequado da musculatura, o posicionamento do membro avaliado e a medida propriamente dita podem influenciar a qualidade da medida.

A US é considerada um método confiável para medidas de espessuras musculares entre as interfaces com o osso e com o tecido adiposo. Ishida et. al. (1992) realizou medidas das espessuras de 14 sítios musculares utilizando a teoria da generabilidade para a determinação da confiabilidade. Segundo Gomes et. al. (2010) esse método estatístico se baseia no cálculo do coeficiente de generabilidade (G), o qual indica a magnitude da variabilidade da medida relativa aos sujeitos e às condições experimentais. Os valores de G variam de 0 a 1,0 e, quanto maior o valor encontrado, maior a variabilidade devida aos sujeitos e menor a variabilidade devida às condições experimentais. Ishida et al. (1992) apontaram $G \geq 0,92$ para todas as medidas, incluindo extensores e flexores de cotovelo e joelho, levando-os a concluir que a US se mostrou confiável para obtenção das espessuras musculares.

Ishida et al. (1992) ainda ressalta que a confiabilidade e a qualidade da medida podem ser prejudicadas devido ao grau de treinamento do ultrassonografista e que um nível alto de adiposidade subjacente ao sítio anatômico também podem aumentar a dificuldade de identificação da interface músculo-tecido adiposo.

Gomes et al. (2012) conclui em seu estudo que as medidas de espessuras musculares pela US apresentaram alta confiabilidade, o que permite seu uso para fins de

monitoramento das modificações musculares devido a intervenções como programas de dieta, treinamento físico ou reabilitação.

Dessa forma, diversos autores como (ABE et al, 2000; OGASAWARA et al, 2012) investigam o aumento da força muscular através do treinamento resistido e utilizam a variável da espessura muscular através da ultrassonografia.

4. METODOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2012), este estudo caracteriza-se como pesquisa descritiva e apresenta um delineamento transversal.

4.2. ASPECTOS ÉTICOS DO ESTUDO

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação na pesquisa, que esteve em conformidade com os parâmetros de ética em pesquisa da Lei de ética em pesquisa envolvendo seres humanos nº. 466/2012 que foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em estudos com seres humanos da Faculdade de Medicina da UNICAMP (Parecer CEP: 83875 – 27/08/2012) com adendo (Parecer CEP: 939.079 – 29/01/2015).

4.3. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Para participação no presente estudo, os atletas devem apresentar lesão da medula espinhal nível cervical há pelo menos um ano e ser praticante de rugby em cadeira de rodas há pelo menos um ano com regime semanal mínimo de 4 horas de treinamento, não ter realizado nenhuma intervenção cirúrgica nos membros superiores e estar de acordo com os procedimentos da pesquisa. Serão excluídos da amostra aqueles que não se sentirem confortáveis durante a realização do estudo.

4.4. POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para o desenvolvimento do estudo, a amostra foi composta por 10 atletas com lesão da medula espinhal em nível cervical (tetraplegia), todos do sexo masculino com média de idade de $31,1 \pm 5,06$ anos. Os atletas foram recrutados na equipe de Rugby em Cadeira de Rodas do Projeto de Atividade Motora e Esporte Adaptado da Universidade Estadual de Campinas na ADEACAMP/UNICAMP. Equipe essa que participa da 1ª Divisão do Campeonato Brasileiro desde a sua existência em 2008, conquistando um total de 4 títulos

nacionais. Além disso, dos 10 atletas avaliados 4 fazem parte da seleção brasileira e disputaram os Jogos ParaPanamericanos de Toronto 2015. No ano de 2012, segundo GATTI et. al. (2012), existiam em todo território nacional cerca de 74 atletas praticantes de Rugby em Cadeira de Rodas. Esse número vem crescendo a cada ano e no ano de 2015 6 equipes participaram do Campeonato Brasileiro da 1ª Divisão e 3 equipes do Campeonato Brasileiro da 2ª Divisão, totalizando 9 equipes com no máximo 12 atletas em cada (ABRC, 2015) totalizando 108 atletas participantes. Lembrando que ser atleta de Rugby em Cadeira de Rodas e ter participar de ao menos uma competição oficial da modalidade são apenas 2 dos 5 critérios de inclusão para participação no estudo, alguns desses atletas provavelmente seriam barrados nos critérios de inclusão por praticarem a modalidade a menos de um ano e/ou treinar com uma carga horária mínima de 4 horas semanais.

Tabela 1. Perfil demográfico dos atletas de RCR

Atleta	CF	Nível da lesão	Idade (anos)	Altura (m)	Peso (Kg)	Tempo de Lesão (anos)	Tempo de treino (anos)
A	0.5	C5-C6	29	1,7	68,91	10	5
B	0.5	C5-C6	27	1,93	78	7	6
C	1.0	C6-C7	38	1,76	65,2	11	7
D	1.0	C5-C6	25	1,8	90,35	5	2
E	2.0	C6	30	1,8	78	13	2
F	2.0	C6-C7	28	1,75	61,85	6	1,2
G	2.0	C6-C7	36	1,7	61	10	6
H	2.5	C7	28	1,75	71,05	11	7
I	2.5	C6-C7	30	1,58	62	9	7
J	3.0	C6-C7	40	1,75	76,2	6	2,6
Média			31,1	1,75	71,25	8,8	4,58
DP			±5,06	±0,08	±9,43	2,65	±2,36

Legenda: CF – Classificação Funcional e C – Cervical.

4.5. TESTE DE FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA MÁXIMA

Para analisar os níveis de força muscular isométrica, foi utilizado o Handheld Dynamometer (HHD; mTas F-1; ANIMA, Tokyo, Japão). O equipamento permite avaliar a força isométrica de qualquer movimento articular. Para esse estudo foi utilizado o HHD para avaliação da força isométrica nos movimentos de flexão e extensão do ombro e flexão e

extensão do cotovelo. O Dinamômetro é composto por uma célula de carga e um visor digital. O HHD utiliza 3 unidades de medida de força: a libra-força (lbf), o quilo grama (Kg) e o newton (N). Nesse caso, optamos por utilizar o newton como unidade de medida desse estudo, por ser a unidade de força apropriada. O HHD, além de avaliar o pico de torque (PT) ele também avalia o tempo (s) que o voluntário utiliza para chegar no PT. Houve preocupação por parte do avaliador em verificar se a calibração do equipamento estava correta.

O protocolo de referência utilizado foi o de Bohannon (1997), onde criou valores de referência para força muscular isométrica em 10 movimentos articulares (extensão de punho, flexão e extensão de cotovelo, rotação lateral, extensão e abdução de ombro, dorsiflexão plantar, extensão de joelho, abdução e flexão de quadril). Participaram de seu estudo 231 voluntários (106 homens e 125 mulheres) com idade entre 20 e 79 anos. Como a população deste estudo é muito específica (LME de nível cervical praticantes de RCR) e o intuito do estudo é realizar a avaliação o mais próximo da realidade do jogo, foi realizada adaptação em 3 movimentos (extensão do ombro, flexão e extensão do cotovelo) e propor um protocolo para a flexão de ombro, movimento esse que Bohannon (1997) não avaliou.

Segundo Bohannon os posicionamentos dos voluntários para realização do teste do HHD são: o movimento de flexão do cotovelo com o ombro neutro, o cotovelo com um flexão de 90° e posição supinada do antebraço. Para o movimento de extensão do cotovelo o ombro fica em posição neutra, o cotovelo com 90° de flexão e o antebraço em posição neutra. A célula de carga tem que posicionar no ponto mais proximal do processo estilóide. Já para extensão do ombro, o ombro fica posicionado a 90° de flexão e o cotovelo em flexão. A célula de carga fica posicionada no ponto mais proximal do epicôndilo umeral. Segue quadro 1 abaixo:

QUADRO 1. Protocolo de posicionamento proposto por Bohannon (HHD).

Movimento Articular	Posicionamento articular	Posicionamento do HHD
extensão de punho	ombro neutro, cotovelo 90°, punho neutro	próximo da articulação metacarpofalangiana
flexão de cotovelo	ombro neutro, cotovelo 90°, punho supinado	próximo do processo estilóide
extensão de cotovelo	ombro neutro, cotovelo 90°, punho neutro	próximo do processo estilóide
rotação lateral de ombro	ombro abdução 45°, cotovelo 90°	próximo do processo estilóide
extensão de ombro	Ombro flexão 90°, cotovelo flexionado	próximo do epicôndilo umeral
abdução de ombro	ombro abdução 45°, cotovelo estendido	próximo do epicôndilo umeral
dorsiflexão plantar	quadril e joelho em extensão, tornozelo neutro	próximo da articulação metatarsofalangiana
extensão de joelho	quadril e joelho em flexão 90°	próximo do maléolo
abdução de quadril	ambos os quadrils neutro, joelho estendido	próximo do condilo femoral
flexão de quadril	quadril flexão 90°, joelho flexionado, quadril contralateral neutro	próximo da linha lateral da articulação do joelho

Fonte: Bohannon, 1991.

Todos os voluntários foram avaliados em suas próprias cadeira de RCR. Para o movimento de extensão e flexão de ombro o mesmo ficou em posição neutra com o cotovelo flexionado a aproximadamente 90°. A célula de carga ficou posicionada no ponto mais distal, próximo ao epicôndilo umeral (Figura 3 e 4). Para o movimento de flexão de cotovelo, o ombro ficou posicionado a aproximadamente 45° de flexão, o cotovelo com flexão de 90° e o antebraço na posição supinada. A célula de carga ficou posicionada no ponto mais proximal do processo estilóide. O movimento de extensão do cotovelo utilizou o mesmo posicionamento do movimento de flexão do cotovelo, apenas com alteração do antebraço que ficou na posição neutra (Figura 5 e 6).



Figura 3. Flexão do Ombro.



Figura 4. Extensão do Ombro.



Figura 5. Flexão do Cotovelo.



Figura 6. Extensão do Cotovelo.

Segue abaixo o quadro 2 referente aos posicionamentos utilizados neste estudo:

QUADRO 2. Protocolo de posicionamento proposto para RCR (HHD).

Movimento Articular	Posicionamento articular	Posicionamento do HHD
flexão de cotovelo	ombro aproximadamente 45°, cotovelo 90° apoiado no joelho, punho neutro	próximo do processo estiloide
extensão de cotovelo	ombro aproximadamente 45°, cotovelo 90° apoiado no joelho, punho supinado	próximo do processo estiloide
flexão de ombro	ombro neutro, cotovelo aproximadamente 90°	porção distal anterior do úmero,
extensão de ombro	ombro neutro, cotovelo aproximadamente 90°	próximo do epicôndilo umeral

Fonte: Do autor

O protocolo utilizado foi de 3 séries de contração isométrica voluntária máxima com 1 repetição em cada. O intervalo entre as repetições foi de 120 segundos. O mesmo protocolo foi utilizado nos 4 movimentos articulares (flexão de cotovelo, extensão de cotovelo, flexão de ombro e extensão de ombro). Para análise estatística utilizou-se o maior valor dentre as tentativas.. Segue quadro 3 abaixo:

QUADRO 3. Protocolo do teste de força isométrica (HHD).

Movimento Articular	Tipo de contração	Nº de series	nº de repetições	Intervalo entre as séries
Flexão do Cotovelo	Isométrica	3	1	120s
Extensão do Cotovelo	Isométrica	3	1	120s
Flexão do Cotovelo	Isométrica	3	1	120s
Extensão do Cotovelo	Isométrica	3	1	120s

Fonte: Do autor.

4.6. PROTOCOLO DE ANÁLISE MORFOLÓGICA

Para avaliação da espessura muscular foi utilizado o Ultrassom da marca SonoSite® (HDI-3000, ATL, Bothell, Washington, EUA), utilizando 7,3 MHz da sonda linear-matriz. As medições dos músculos flexores e extensores do cotovelo foram realizadas no membro dominante e não dominante. A mensuração da espessura dos músculos flexores do cotovelo (bíceps e braquial) foram realizadas após os sujeitos ficarem 20 minutos

na posição supina para que ocorra a troca de fluídos (REEVES, et al. 2004 apud BERG et al. 1993). O protocolo utilizado foi o de Abe (2000), onde o ponto de posicionamento do transdutor para coleta da imagem se localiza a 60% distal entre o acromio e o epicondilo lateral do umero. Para que não houvesse diferença de mensuração do músculo, todos os sujeitos tiveram um posicionamento de braço a 45° de abdução de ombro (goniometria manual). Para mensuração do músculo extensor do cotovelo, os atletas ficaram sentados em suas próprias cadeiras de rodas de uso diário e o braço se manteve paralelo ao tronco, o posicionamento do transdutor para coleta da imagem também foi posicionado a 60% distal entre o acromio e o epicondilo lateral do umero. (OGASAWARA et. al., 2012). Durante todas as medições os sujeitos foram intruídos a relaxar os músculos dos braços. O transdutor foi alinhado perpendicularmente ao músculo avaliado. O avaliador teve o cuidado de durante a varredora manter uma pressão mínima evitando a compressão do músculo. A imagem da espessura do músculo foi analisada no próprio equipamento e gravada com a espessura (cm) na mesma (figuras 7 e 8).



Figura 7. Imagem dos músculos flexores do cotovelo.



Figura 8. Imagem do músculo extensor do cotovelo.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados através de estatística descritiva e inferencial. Descritivamente, os valores dos níveis de força muscular de flexão e extensão de ombros; flexão e extensão de cotovelos; e espessura dos músculos flexores do cotovelo estão apresentados em gráficos e tabelas. Para todas as variáveis, os valores estão expressos em média \pm desvio padrão.

Foi utilizado o teste correlacional *point-biserial* para verificar a associação entre os níveis de força de atletas de RCR de acordo com a posição de jogo (defesa e ataque). Ademais, o teste de correlação de *Spearman* (*Spearman's rho*) foi usado para verificar a associação entre os níveis de força nos membros dominantes e não dominantes; e relação agonista *versus* antagonista. Finalmente, o teste *Mann Whitney U* foi utilizado para comparar os jogadores titulares e reservas quanto à força dos músculos flexores e extensores dos ombros; flexores e extensores dos cotovelos; e espessura dos músculos flexores e extensores do cotovelo.

A significância estatística foi determinada como $p \leq 0,05$ e para todas as análises foi utilizado o *Statistical Package for the Social Sciences* (versão 21.0, SPSS, IBM Inc., Chicago, IL, USA).

6. RESULTADOS

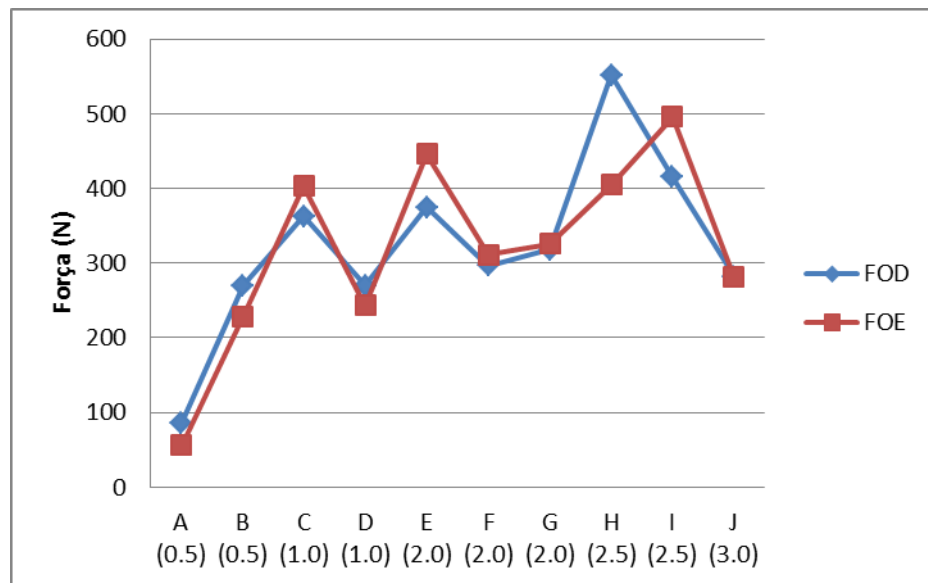
De acordo com objetivo do estudo, analisar os níveis de força muscular isométrica em atletas de RCR, segue nas tabelas 2 e 3 os resultados encontrados na avaliação de força muscular isométrica para os movimentos de flexão e extensão do ombro e flexão e extensão do cotovelo (HHD), onde a média e desvio padrão, consecutivamente, do tempo realizado para execução dos movimentos foi 3.06 ± 1.03 s e na tabela 4 esta apresentada a espessura dos músculos flexores e extensores do cotovelo (US), ambos em média e desvio padrão:

Tabela 2. Força muscular nos movimentos de flexão e extensão do ombro.

Atleta	CF	FOD (N)	FOE (N)	EOD (N)	EOE (N)
A	0.5	86	56	36	43
*B	0.5	270	229	128	149
*C	1.0	363	403	143	140
D	1.0	270	243	89	107
E	2.0	375	446	174	199
F	2.0	297	311	102	100
G	2.0	318	326	139	182
*H	2.5	552	405	156	186
*I	2.5	415	496	237	247
J	3.0	282	281	94	40
Média		322.80	319.60	129.80	139.30
DP		± 119.89	± 127.58	± 54.68	± 67.48

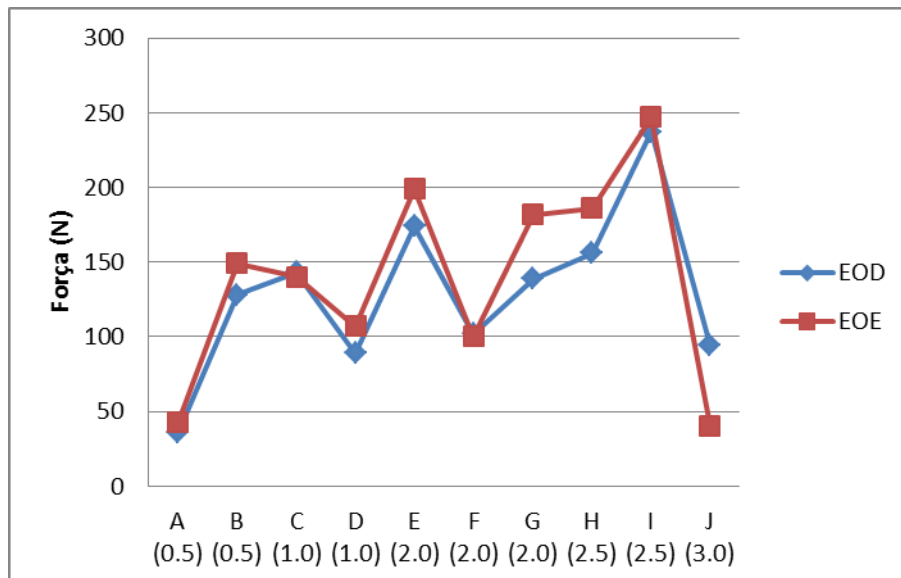
Legenda: *atletas que representam a seleção brasileira. CF - Classificação Funcional; FOD - Flexão de Ombro Direito; FOE - Flexão de Ombro Esquerdo; EOD - Extensão de Ombro Direito e EOE - Extensão de Ombro Esquerdo.

Gráfico 1. Força muscular isométrica no movimento de flexão do ombro de acordo com a classificação funcional.



Legenda: FOD - Flexão de Ombro Direito e FOE - Flexão de Ombro Esquerdo.

Gráfico 2. Força muscular isométrica no movimento de extensão do ombro de acordo com a classificação funcional.



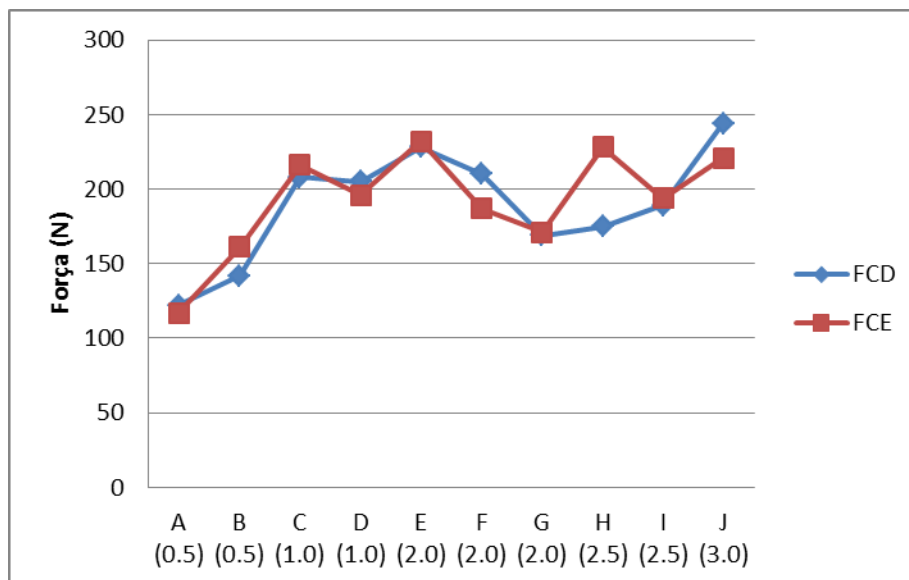
Legenda: EOD - Extensão de Ombro Direito e EOE - Extensão de Ombro Esquerdo.

Tabela 3. Força muscular isométrica nos movimentos de flexão e extensão do cotovelo.

Atleta	CF	FCD (N)	FCE (N)	ECD (N)	ECE (N)
A	0.5	122	117	0	0
*B	0.5	142	161	0	0
*C	1.0	208	216	29	48
D	1.0	205	196	0	0
E	2.0	228	232	113	110
F	2.0	210	187	31	66
G	2.0	169	171	63	39
*H	2.5	175	228	140	140
*I	2.5	189	194	202	201
J	3.0	244	221	145	90
Média		189.20	192.30	72.30	69.40
DP		±37.85	±35.56	±72.79	±66.84

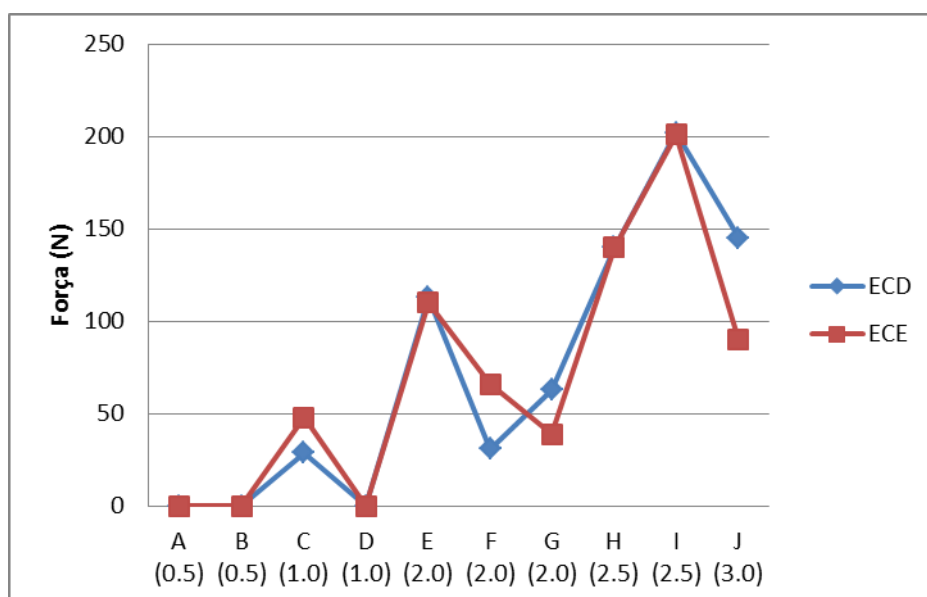
Legenda: *atletas que representam a seleção brasileira. CF - Classificação Funcional; FCD - Flexão de Cotovelo Direito; FCE - Flexão de Cotovelo Esquerdo; ECD - Extensão de Cotovelo Direito e ECE Extensão de Cotovelo Esquerdo.

Gráfico 3. Força muscular isométrica no movimento de flexão do cotovelo de acordo com a classificação funcional.



Legenda: FCD - Flexão de Cotovelo Direito e FCE - Flexão de Cotovelo Esquerdo.

Gráfico 4. Força muscular isométrica no movimento de extensão do cotovelo de acordo com a classificação funcional.



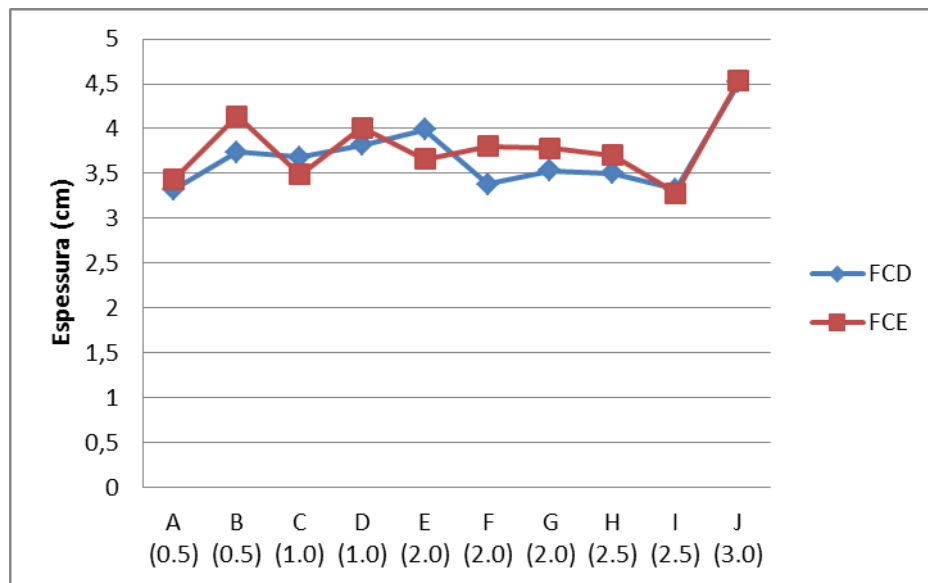
Legenda: ECD - Extensão de Cotovelo Direito e ECE - Extensão de Cotovelo Esquerdo

Tabela 4. Espessura muscular dos músculos flexores e extensores do cotovelo.

Atleta	CF	FCD (cm)	FCE (cm)	ECD (cm)	ECE (cm)
A	0.5	3.32	3.44	1.33	1.31
*B	0.5	3.74	4.14	1.27	1.21
*C	1.0	3.68	3.49	1.97	2.32
D	1.0	3.82	4.01	3.02	2.70
E	2.0	3.99	3.66	1.97	2.01
F	2.0	3.38	3.80	2.01	2.79
G	2.0	3.53	3.78	1.56	1.40
*H	2.5	3.50	3.70	2.54	2.37
*I	2.5	3.32	3.28	2.73	2.54
J	3.0	4.52	4.54	2.01	1.96
Média		3.68	3.78	2.04	2.06
DP		±0.36	±0.36	±0.57	±0.58

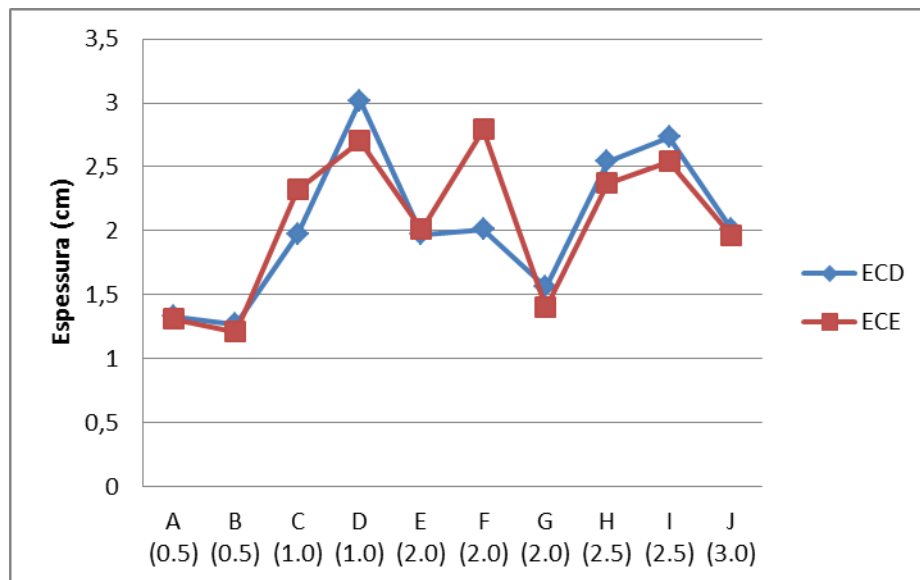
Legenda: *atletas que representam a seleção brasileira. CF - Classificação Funcional; FCD - Flexão de Cotovelo Direito; FCE - Flexão de Cotovelo Esquerdo; ECD - Extensão de Cotovelo Direito e ECE Extensão de Cotovelo Esquerdo.

Gráfico 5. Espessura muscular dos músculos flexores do cotovelo de acordo com a classificação funcional.



Legenda: FCD - Flexão de Cotovelo Direito e FCE - Flexão de Cotovelo Esquerdo.

Gráfico 6. Espessura muscular dos músculos extensores do cotovelo de acordo com a classificação funcional.



Legenda: ECD - Extensão de Cotovelo Direito e ECE Extensão de Cotovelo Esquerdo.

A tabela 5 apresenta uma correlação bi-serial (*point bi-series coefficient*) entre os atletas que jogam na posição de defesa (Classes 0.5, 1.0 e 1.5) e os atletas que jogam na posição de ataque (Classificação Funcional 2.0, 2.5, 3.0).

Tabela 5. Correlação bi-serial entre as posições de defesa e ataque e níveis de força muscular.

Variáveis	Coeficiente de correlação	
	(r)	P
FOD	0.54	0.10
FOE	0.58	0.07
EOD	0.48	0.15
EOE	0.37	0.28
FCD	0.45	0.18
FCE	0.47	0.16
ECD	0.76	0.009**
ECE	0.73	0.01*

Legenda: *p<0.05, **p<0.01. FOD - Flexão de Ombro Direito; FOE - Flexão de Ombro Esquerdo; EOD - Extensão de Ombro Direito, EOE - Extensão de Ombro Esquerdo, FCD - Flexão de Cotovelo Direito; FCE - Flexão de Cotovelo Esquerdo; ECD - Extensão de Cotovelo Direito e ECE Extensão de Cotovelo Esquerdo.

A tabela 6 apresenta a correlação entre os níveis de força muscular isométrica nos membros dominantes e não dominantes pelo teste de correlação de Spearman para variáveis não paramétricas.

Tabela 6 . Correlação de Spearman para níveis de força muscular entre membro dominante e não dominante.

Variáveis	Coeficiente de correlação (r)	P
FOD X FOND	0.96	<0.001***
EOD X EOND	0.90	<0.001***
FCD X FCND	0.72	0.01*
ECD X ECND	0.92	<0.001*

Legenda: *p<0.05, ***p<0.001. FOD - Flexão de Ombro Dominante; FOND - Flexão de Ombro Não Dominante; EOD - Extensão de Ombro Dominante, EOND - Extensão de Ombro Não Dominante, FCD - Flexão de Cotovelo Dominante; FCND - Flexão de Cotovelo Não Dominante; ECD - Extensão de Cotovelo Dominante e ECND Extensão de Cotovelo Não Dominante.

A tabela 7 apresenta a correlação entre os níveis de força muscular isométrica dos músculos agonistas e antagonistas pelo teste de correlação de Spearman para variáveis não paramétricas.

Tabela 7. Correlação de Spearman para níveis de força muscular isométrica entre músculos agonistas e antagonista.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)	P
FOD X EOD	0.91	<0.001***
FOE X EOE	0.78	0.008**
FCD X ECD	0.44	0.19
FCE X ECE	0.65	0.03*

Legenda: *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.. FOD - Flexão de Ombro Direito; FOE - Flexão de Ombro Esquerdo; EOD - Extensão de Ombro Direito, EOE - Extensão de Ombro Esquerdo, FCD - Flexão de Cotovelo Direito; FCE - Flexão de Cotovelo Esquerdo; ECD - Extensão de Cotovelo Direito e ECE Extensão de Cotovelo Esquerdo.

A tabela 8 apresenta a comparação bivariada entre os jogadores titulares e os reservas, tanto em força muscular isométrica dos flexores e extensores do ombro e flexores e extensores do cotovelo quanto em espessura dos músculos flexores e extensores do cotovelo, todos os resultados apresentados em média e desvio padrão. Os jogadores titulares são: C (1.0), E (2.0), H (2.5) e I (2.5), formando o total de 8 pontos em quadra permitido pelo regulamento da IWRF.

Tabela 8. Comparação bivariada (Teste Mann Whitney U) entre jogadores de titulares e reservas.

Variáveis	Média ± DP		P
	Titulares (n=4)	Reservas (n=6)	
FOD HHD	426,25 ± 86,73N	253,83 ± 84,21N	0.01*
FOE HHD	437,50 ± 43,74N	241 ± 98,07N	0.01*
EOD HHD	177,50 ± 41,63N	98 ± 36,16N	0.01*
EOE HHD	193 ± 44N	103,50 ± 56,47N	0.03*
FCD HHD	200 ± 23,05N	182 ± 45,88N	0.52
FCE HHD	217,50 ± 17,07N	175,50 ± 35,42N	0.05*
ECD HHD	121 ± 71,76N	39,83 ± 57,33N	0.13
ECE HHD	124,75 ± 63,65N	32,50 ± 39,08N	0.03*
FCD Ultrassom	3,62 ± 0,28cm	3,71 ± 0,43cm	0.74
FCE Ultrassom	3,53 ± 0,19cm	3,95 ± 0,37cm	0.05*
ECD Ultrassom	2,30 ± 0,39cm	1,86 ± 0,64cm	0.39
ECE Ultrassom	2,31 ± 0,22cm	1,89 ± 0,70cm	0.39

Legenda: *p<0.05. HHD – *Hand-Held Dynamometry*. FOD - Flexão de Ombro Direito; FOE - Flexão de Ombro Esquerdo; EOD - Extensão de Ombro Direito, EOE - Extensão de Ombro Esquerdo, FCD - Flexão de Cotovelo Direito; FCE - Flexão de Cotovelo Esquerdo; ECD - Extensão de Cotovelo Direito e ECE Extensão de Cotovelo Esquerdo.

7. DISCUSSÃO

Diversos autores tem estudado a modalidade do RCR em diversas áreas. Campana (2010) realizou um estudo com o intuito de estruturar o RCR nas suas funções técnicas e táticas, Campos et al. (2013) apresentou um ensaio fornecendo indicativos para o treinamento do RCR a partir de alterações fisiológicas, neuromusculares e bioquímicas de atletas de RCR.

Segundo Gouveia (2013), a potência pico e potência média estão próximas dos seus pares de classificação funcional e os atletas de defesa brasileiros apresentaram valores próximos às médias dos atletas poloneses (MORGULEC-ADAMOWICZ et al., 2011), apenas no percentual de fadiga que os atletas de ataque brasileiros não conseguiram alcançar os valores máximos. Além de Gouveia (2013) e Morgulec-Adamowicz et. al. (2011), outros autores (GOOSEY-TOLFREY et al., 2006; SPORNER et al., 2009) estudam o desempenho do metabolismo anaeróbio no RCR.

Yilla e Sheerrill (1998) desenvolveram um teste de habilidades motoras (Bateria Beck) para praticantes de RCR que foi validada no Brasil por Gorla et al. (2011). As habilidades testadas são: teste de manejo de bola, precisão de passe, desempenho de bloqueio, velocidade em 20 metros e passe de longa distância.

A capacidade aeróbia foi avaliada por Poulain et al. (1999), que confirmou a reprodutibilidade no teste de esforço máximo Leger, Boucher para pessoas com lesão da medula espinhal. Já para Hartung et al. (1993), o teste de esteira, com o protocolo de acréscimo de velocidade e inclinação, foi considerado o melhor teste para avaliação aeróbia em pessoas com lesão da medula espinhal.

Dessa forma, percebemos que o RCR foi estudado em diversas áreas, porém não foi encontrado nenhum estudo no que diz respeito à força muscular. Para cumprir com o objetivo desse estudo “analisar os níveis de força muscular de atletas de RCR”, e colaborar com o aumento de informações a respeito da modalidade, o equipamento HHD teve grande valia, onde conseguimos mensurar a força isométrica máxima nos movimentos de flexão e extensão de ombro e flexão e extensão de cotovelo com os atletas em condição próxima da prática esportiva, ou seja, com os atletas em suas próprias cadeiras de RCR e com todos os equipamentos utilizados na mesma. Além disso, conseguimos com o HHD um resultado tão confiável quanto com outro dinamômetro (BURNS, 2005). Corroborando com o estudo foi feita a mensuração da espessura dos músculos flexores e extensores do cotovelo com o US portátil que também facilita a avaliação por sua praticidade, além de sua confiabilidade de resultados (ISHIDA et al., 1992).

O principal teste da parte clínica da classificação funcional é o teste manual de força muscular “*Manual Muscle Test*” - MMT (HISLOP e MONTGOMERY, 2002). Dessa forma, há uma crescente nos resultados dos grupos musculares preservados desde a classe 0.5 até a classe 3.0 como já foi apresentado na revisão bibliográfica desse estudo. Assim sendo, quando analisamos o melhor atleta em cada classe também encontramos uma crescente nos resultados do teste de força muscular isométrica máxima em todos os movimentos de ombro (FOD, FOE, EOD e EOE) exceto entre o atleta J (3.0) e os atletas H e I (ambos 2.5), onde o atleta J apresenta menores valores nos movimentos de FOD, FOE, EOD, EOE, ECD e ECE, que pode ser explicado devido ao tempo de treinamento e desempenho esportivo individual. Os atletas H e J treinam há mais tempo que o atleta J, além de serem atletas titulares da equipe ADEACAMP e atletas da seleção brasileira.

Já quando analisamos o atleta G (2.0) em comparação com o atleta C (1.0) percebemos que o atleta G executa menos força muscular isométrica máxima nos movimentos de FOD, FOE, EOD, EOE e FCE que o atleta C e tendo um resultado aproximado nos movimentos de FCD, ECD e ECE, mesmo tendo um tempo de treino aproximado. Dessa forma, o resultado encontrado pode indicar que o atleta C tem melhor desempenho esportivo que do atleta G, mas traz suspeita de que o atleta G pode ter uma funcionalidade próxima ou menor do que a do atleta C. Essa informação é de extrema importância para o atleta e sua comissão técnica, podendo usar os resultados desse teste para realizar um pedido de revisão de sua classificação funcional, confirmando se sua funcionalidade condiz com a funcionalidade de sua classe atual.

O atleta A (0.5) apresenta os menores resultados em todos os movimentos (FOD, FOE, EOD, EOE, FCD, FCE, ECD e ECE). Mesmo o atleta B (0.5) sendo da mesma classe que o atleta A, sua força isométrica máxima foi 3 vezes maior para o movimento de FOD, 4 vezes maior para o movimento de FOE e aproximadamente 4 vezes maior para os movimentos de EOD e EOE. Esses resultados podem ser explicados pelo melhor desempenho esportivo do atleta B, porém pode ser levado em consideração que cada classe funcional tem uma “largura” (ex: o atleta da classe 0.5 pode apresentar de 0 a 5 no MMT para os músculos deltóide, peitoral superior, bíceps e extensores de punho. Dessa forma, o atleta B pode estar na “borda superior” (vantagem funcional dentro da classe) e o atleta A na “borda inferior” (desvantagem funcional dentro da classe).

Ao analisar os movimentos de FCD e FCE os valores são crescentes entre todas as classes e não discrepantes entre nenhum atleta. Esses resultados podem ser explicados uma

vez que a LME de nenhum atleta foi alta suficiente para comprometer os músculos responsáveis pela flexão do cotovelo (braquial e bíceps).

O desvio padrão e a média tiveram praticamente os mesmo valores para os movimentos de ECD e ECE. Esses valores podem ser devido aos atletas A (0.5), B (0.5) e D (1.0) terem um lesão cervical alta e não terem a musculatura do tríceps preservado.

Os pontos baixos (0.5 e 1.0) apresentaram espessura muscular semelhante a dos pontos altos (2.0, 2.5, 3.0) nos movimentos de FCD e FCE, onde A (0.5) apresentou a mesma espessura muscular que I (2.5) no movimento de FCD e B (0.5) apresentou maior espessura muscular que H (2.5), também no movimento de FCD. Essa semelhança ou superioridade da espessura muscular dos flexores do cotovelo dos pontos baixos podem ser explicadas pela musculatura ser preservada para ambos os atletas e, além disso, a biomecânica do movimento utilizada para a propulsão da cadeira de rodas no ponto baixo proporciona maior trabalho dos flexores do cotovelo e para os pontos altos os extensores do cotovelo são mais utilizados.

O atleta D (1.0) apresentou 0N de força muscular no teste de força isométrica máxima para ECD e ECE, porém apresentou a maior espessura muscular no ECD (3,02cm) de toda a amostra. A hipótese é que pode haver tecido adiposo intramuscular que não pode ser mensurado pelo equipamento US.

A correlação bi-serial (*point bi-serial coefficient*) utilizada para analisar os níveis de força muscular isométrica máxima entre os jogadores de ataque (2.0, 2.5 e 3.0) e defesa (0.5 e 1.0), apresentou significância estatística para os movimentos de ECD ($p \leq 0,009$) e para ECE ($p \leq 0,01$), lembrando que a significância estatística foi determinada para $p \leq 0,05$. Resultados esses que podem ser explicados novamente pelo déficit do tríceps nos pontos baixos.

Já ao utilizar a correlação de Spearman para analisar a força isométrica máxima do membro dominante e não dominante, vemos que para todos os movimentos (flexão e extensão de ombro e flexão e extensão de cotovelo) apresentaram significância estatística onde é $p \leq 0,05$.

A correlação entre a musculatura agonista e antagonista também foi analisada pelo teste de Spearman. Dessa maneira, a significância estatística foi encontrada tanto para os movimentos de FOD x FOE ($p \leq 0.001$) e EOD x EOE ($p \leq 0.008$). Assim sendo, a hipótese de não ter tido correlação estatisticamente significativa para os movimentos de cotovelo fica novamente sendo a falta de funcionalidade do tríceps.

Para análise de força muscular isométrica máxima e espessura muscular entre os jogadores titulares e reservas foi utilizada a comparação bivariada (*Test Mann Whitney U*).

Onde os jogadores titulares (C (1.0), E (2.0), H (2.5) e I (2.5) somando um total de 8 pontos permitidos pelo regulamento da IWRF (2011) foram os principais jogadores que participaram do último campeonato disputado pela ADEACAMP no ano de 2015 e os jogadores reservas foram os jogadores que complementaram a equipe ao longo do ano de 2015. Assim sendo, dos 8 movimentos utilizados para o teste de força (FOD, FOE, EOD, EOE, FCD, FCE, ECD e ECE) 6 apresentaram significância estatística (FOD, FOE, EOD, EOE, FCE e ECE). Já para a espessura muscular somente o FCE apresentou significância estatística, sendo que os maiores valores foram referentes aos jogadores reservas. Isso mostra que a força pode ser uma variável que está diretamente ligada ao desempenho esportivo de atletas de RCR, já a espessura muscular pode mascarar o resultado de força devido aos tecidos adiposos intramuscular.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teste de força muscular isométrica máxima e a espessura muscular foram essenciais para analisar os níveis de força muscular isométrica em atletas de RCR, principal objetivo do estudo. As principais vantagens da utilização do equipamento HHD foram: o baixo custo, a possibilidade de avaliar os atletas em condição de jogo, ou seja, em suas próprias cadeiras esportivas e a facilidade de manuseio do equipamento. Já o US as vantagens são: baixo custo em relação a RNM, é um método confiável de imagem da espessura muscular, não expõe o voluntário a radiação e é portátil.

Como a classificação funcional utiliza o MMT, que é um teste subjetivo de força muscular, seria interessante a utilização do teste de força muscular isométrica máxima com o equipamento HHD, pelo menos para sanar algumas dúvidas.

As informações apresentadas pelo estudo mostram que tais avaliações são de grande valia para a comissão técnica e atletas de RCR, onde os principais jogadores (titulares ou atletas participantes da seleção brasileira) da equipe da ADEACAMP são os jogadores que apresentaram melhores resultados de força isométrica máxima, ou seja, a variável de força muscular esta ligada ao desempenho na modalidade de RCR.

O estudo teve limitação principalmente no que se refere à amostra, uma vez que não foram avaliadas 2 classes funcionais (1.5 e 3.5), devido a equipe ADEACAMP não ter atletas nessas classes funcionais. Além disso, seria necessário um número maior de voluntários para podermos montar um perfil de força muscular de atletas de RCR.

Para posteriores estudos fica a sugestão de acompanhar longitudinalmente uma equipe de RCR, incluindo a avaliação de força muscular isométrica máxima com o equipamento HHD na bateria de testes da equipe ou aumentar a amostra do estudo para realização de um perfil de força muscular isométrica máxima em jogadores de RCR.

9. CONCLUSÃO

Podemos concluir que quanto maior a classificação funcional maiores são os valores de força muscular isométrica máxima e que a força isométrica tem correlação com o desempenho de atletas de rugby em cadeira de rodas.

10. REFERÊNCIAS

- ABE, T., et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **Eur J Appl Physiol**, n.81, p.174 – 180. 2000.
- ACKERY, A., TATOR, C., KRASSOIUCOV, A. A global perspective on spinal cord epidemiology. **Journal of Neurotrauma**, v. 21, n. 10, p. 1355 – 1370. 2004.
- AMERICAN SPINAL INJURY ASSOCIATION (ASIA). International Standards for Neurological and functional classification of spinal cord injury. **Spinal Cord**, n. 35, p. 266 – 274. 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RUGBY EM CADEIRA DE RODAS – ABRC. Disponível em <http://rugbiabrc.org.br/index.php>. Acesso em 12 junho 2015.
- BIERNING – SORENSEN, B. et al. Muscle after spinal cord injury. **Muscle Nerve**, New York, v. 40, p. 499-519. 2009.
- BOHANNON, R., W. Reference values for extremity muscle strength obtained by Hand-Held Dynamometry from adults aged 20 to 79 years. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 78, January. 1997.
- BORRESEEM, J., LAMBERT, M. I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 39, n. 9, p. 779-795. 2009.
- BURNS, S. P., et al. Hand-Held Dynamometry in persons with tetraplegic: Comparison of make – versus break-testing techniques. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 84, p. 22-29. 2005.
- CAMPANA, M. B. O Rúgbi em cadeira de rodas: aspectos técnicos e táticos e diretrizes para seu desenvolvimento. **Dissertação de Mestrado, FEF/UNICAMP**, Campinas, 2010.
- CAMPOS, L. F. C. C., et al. Rugby em cadeira de rodas: aspectos relacionados a caracterização, controle e avaliação. **Revista Conexões**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 72-89. 2013.
- CASALIS, M. E. P. Reabilitação da medula espinhal: Etiologia e Epidemiologia in GREVE, J. M. D. **Tratado de medicina e reabilitação**. São Paulo. Editora Roca, 2007.
- CRISTANTE, A. R. L. Reabilitação da medula espinhal : Etiologia e Epidemiologia in GREVE, J. M. D. **Tratado de medicina e reabilitação**. São Paulo. Editora Roca, 2007.
- ESFORMES, J. I., NARICI, M. V., MAGANARIS, C. N. Measurement of human muscle volume using ultrasonography. **Eur J Appl Physiol**, v. 2, p. 87-90. 2002.
- FLORES, L. J. F., et al. Respostas cardiovasculares e avaliação potência aeróbia em pessoas com lesão da medula espinhal. **Rev. Bras. Ativ. Fis. e Saúde**, Pelotas-RS. v. 2, p. 145-155. 2013.

FURMANIUK, L. et al. Influence of long-term wheelchair Rugby training on the functional abilities of person with tetraplegic over a two-year period post-spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Medicine**, Stockholm, v. 42, p. 688-690. 2010.

GATTI, A. M. M. et al. Classificação funcional e tipo de deficiência em atletas praticantes de rugby em cadeira de rodas no Brasil. **Anais do III Congresso Paralímpico Brasileiro e II Congresso Paralímpico Internacional**, 2012.

GOMES, P. S. C., et al. Confiabilidade da medida de espessuras musculares pela ultrassonografia. **Rev Bras Med Esporte** – v. 16, n. 1 – Jan/Fev. 2010.

GOOSEY-TOLFREY, V., CASTLE, P., WEBBORN, N. Aerobic capacity and peak power output of elite quadriplegic games player. **Br J Sports Med**, v. 40, p. 684-687. 2006.

GORLA, J. I., et al. Validação da Bateria “Beck” de testes de habilidades para atletas brasileiros de “rugby” em cadeira de rodas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 473-86. 2011.

GOUVEIA, R. B. Avaliação do desempenho anaeróbio de atletas de Rugby em cadeira de rodas. **Dissertação de Mestrado, FEF/UNICAMP**, Campinas, 2013.

GREVE, J. M. D., CASALLIS, M. E. P., BARROS FILHO, T. E. P. (Org). **Diagnostico e tratamento da lesão medula da espinhal**. São Paulo: Editora Roca, 2001.

GUTTMANN, L. Spinal Cord Injury: comprehensive mangement and research. **Blackwell scientific publications**, Melbourne, 1973.

HARTUNG, G. H. et. al. Comparison of treadmill exercise testing protocols for wheelchair users. **European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology**, Berlin, v. 66, n. 4, p. 362-375. 1993.

HERBISON, G. L., et al. Strength post-spinal cord injury: Myometer vc manual muscle test. **Spinal Cord**. V. 34, p. 43-48, 1996.

HISLOP, H. J., MONTGOMERY, J. Daniels e Worthngham’s muscle testing: Techniques of manual examination. 6th ed. Philadelphia (PA): W. B. Saunders Company, 2002.

INTERNATIONAL PARALYMPIC COMMITTEE (IPC), IPC Classificationa Code and International Standards, 2007. Disponível em:
http://www.paralympic.org/sites/default/files/document/120201084329386_2008_2_Classification_Code6.pdf .

INTERNATIONAL WHEELCHAIR RUGBY FEDERATION (IWRF). Classification manual- 3 ed. 2011. Disponível em:
http://www.iwrf.com/resources/iwrf_docs/IWRF_Classification_Manual_3rd_Edition_rev-2011_%28Portuguese%29.pdf .

INTERNATIONAL WHEELCHAIR RUGBY FEDERATION (IWRF). International Rules for the sport of wheelchair Rugby (Portuguese) 2015. Disponível em:

http://www.iwrf.com/resources/iwrf_docs/Wheelchair_Rugby_International_Rules_2015_%28Portuguese%29.pdf .

ISHIDA, Y., et al. Reliability of B-mode ultrasound for the measurement of body fat and muscle thickness. **Am J Hum Biol**, v. 4, p. 11-20, 1992.

KEMI, O.J., WISLOFF, U. High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. **J Cardiopulm Rehabil**. V. 30, p. 2-11, 2010.

KILMER, D. D., et al. Strength measureremt using hand-held dynamometry. **Washington (DC): U. S. Department of education, National institute on disability and rehabilitation research**, 1997.

KRASSIOUKOV, A., et al. A Systematic Review of the Management of Autonomic Dysreflexia After Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. V. 90, Issue 4, P. 682–695, 2009.

MACHADO, A. B. M. Neuroanatomia Funcional. **Editora Atheneu**, RJ, 1986.

MINOZZO, F.C. et al. Periodização do treinamento de força: Uma revisão crítica. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v. 16, p. 89-97. 2008.

MORGULECK-ADAMOWICZ, N., et al. Aerobic, anaerobic, skill performance with regard to classification in wheelchair Rugby athletes. **Research Quartely for Exercise and Sport**, v. 82, n. 1, p. 61-69.2011.

NASH, M. S. Exercise as a Health-Promoting activity Following Spinal Cord Injury. **Journal of Neurological Physical Therapy**, New York, v. 29, n. 2, p. 87 – 106. 2005.

OGASAWARA, R., et al. Time course for arm and chest muscle thickness changes following bench press training. **Interventional Medicine e Applied Scienci**, v. 4, p. 217 – 220. 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: **Edusp**; 2003.

PELLETIER, C. A., HICKS, A. L. Muscle fatigue characteristics in paralyzed muscle after SCI. **Spinal Cord**, Avenel, v. 49, p. 125-130, 2011.

POLAIN, M. et al. Reproducibility of the adapted Leger and Boucher test for wheelchair-dependent athletes. **Spinal Cord**, Avenel, v. 37, p. 129-135, 1999.

REEVES, N. D., MAGANARIS, C. N., NARICI, M. V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **Eur J Appl Physiol**. v. 91, p. 116–118. 2004.

SANT'ANNA, M. A História e a “Estória” do Rúgbi Adaptado no Brasil. *Jornal da Luta*, n. 12, ano III, outubro/novembro, 2009. Disponível em <http://en.calameo.com/read/000003862eec8ef50a6d7> . Acesso em 15 agosto 2015.

SCHANTZ, P. et al. *Acta Physiological Scandinavica*, Stockholm, v. 161, p. 31-39, 1997.

SISTO S. A., DYSON-HUDSON, T. Dynamometry test in spinal cord injury. **Journal of reahabilitation research & development**. v. 44, n. I, p. 123 – 136. 2007.

SPORNER, M. L., et al Quantification of activity during wheelchair basketball and Rugby at national veterans Wheelchair Games: A pilot study. **Prosthetics and Orthotics International**, v. 33, n. 3, p. 201-217, 2009.

TARICCO, M. A., Etiologia das lesões medulares in GREVE, J. M. D., CASALLIS, M. E. P., BARROS FILHO, T. E. P. (Org). Diagnostico e tratamento da lesão medula da espinhal. São Paulo: **Editora Roca**, 2001.

THOMAS, J. R., NELSON, J. K., SILVERMAN, S. J. Métodos de Pesquisa em Atividade Física. 6ª edição. Editora Artmed. 2012.

TWEEDY, S. M., WANLANDEWIJCK, Y. C. International Paralympic Committee position stand—background and scientific principles of classification in Paralympic *sport*. **Br J Sports Med**. v. 45, p. 259-269. 2011.

VALENT, L. J. M., et al. The Effects of upper body exercise on the physical capacity of people with spinal cord injury: A Systematic Review. **Clinical Rehabilitation** , v 21, p 315 – 330. 2007.

YILLA, A. B., SHERRILL, C. Validation the Beck Battery of quad Rugby skill tests. **Adapted Physical Activity Quartely**. Texas, v. 15, p. 155-167. 1998.

ANEXO I- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PERFIL DE FORÇA MUSCULAR ISOMÉTRICA EM ATLETAS DE RUGBY EM

CADEIRA DE RODAS

Objetivos: Analisar os níveis de força muscular isométrica de atletas de Rugby em Cadeira de Rodas.

Procedimento: O estudo será realizado através de testes de força muscular isométrica máxima pelo equipamento Hand-Held Dynamometry e imagem da espessura muscular pelo ultrassom. Os dados coletados serão apresentados como dados estatísticos, sem a necessidade de identificação dos voluntários, assim deixando no anonimato todos os participantes do projeto. Todos os possíveis danos/gastos causados/efetuados aos/pelos voluntários serão ressarcidos pelo pesquisador.

Desconforto e riscos de participação: Ao participar desta pesquisa, não haverá nada de caráter invasivo, portanto tendo apenas o desconforto da prática de atividades físicas que podem ser exaustivas.

Esclarecimentos: Você é convidado a participar da pesquisa, portanto não é obrigado a aceitar e pode se recusar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer problema. Para isso basta falar com o pesquisador. Em qualquer momento, você poderá pedir mais informações ou esclarecimentos sobre a pesquisa e sua participação. Para informações ou reclamações sobre os aspectos éticos você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp, telefone (19) 3521-8936 ou pelo e-mail cep@fcm.unicamp.br.

Uma cópia deste texto será entregue em mãos ao voluntário podendo este permanecer com ela. Após ler e compreender as informações acima, eu _____ acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, e concordo voluntariamente sobre minha participação neste estudo. Confirmando que recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura do Participante Voluntário

Data: __/__/____

Assinatura do Pesquisador

Data: __/__/____

Endereço Telefone e e-mail do Comitê de Ética em Pesquisa/FCM/UNICAMP para possíveis reclamações referentes aos aspectos éticos da pesquisa.

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 – CEP 13083-887 Campinas – SP.

Fone (019) 3521-8936 ou 3521-7187 e-mail: cep@fcm.unicamp.br

João Paulo Casteleti de Souza

Fone: (11) 9 8715 7712

e-mail: jpcasteleti@hotmail.com

José Irineu Gorla

Fone (19) 3521 6616

e-mail: gorla@fef.unicamp.br